

#2



EC 27 MAY 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Aktenzeichen:** 102 42 894.8

**Anmeldetag:** 16. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Kraftstoff-Einspritzsystem und Zylinderkopf mit  
einem zentralen Kraftstoffspeicher

**IPC:** F 02 M, F 02 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 4. April 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Ebert

R. 303601

16. September 2002

5 Robert Bosch GmbH

**Kraftstoff-Einspritzsystem und Zylinderkopf mit einem zentralen Kraftstoffspeicher**

10

Technisches Gebiet

15

Zur Kraftstoffversorgung von Brennräumen, z. B. bei selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen werden Einspritzsysteme verwendet, welche einen zentralen Druckspeicher (Common Rail) aufweisen, über den hochkomprimierter Kraftstoff den jeweiligen Injektoren der Verbrennungskraftmaschine zugeführt wird. Ein möglichst hoher Einspritzdruck ist generell bei derartigen Verbrennungskraftmaschinen von Vorteil, da hierdurch erhöhte Motorleistungen und reduzierte Emissionen möglich werden.

20

Stand der Technik

25

30

Bei den heute bekannten Einspritzsystemen zur Kraftstoffversorgung von Verbrennungskraftmaschinen ist es bekannt, einen zentralen Druckspeicher in Form eines Rohres auszubilden, welcher über Hochdruckleitungen mit den jeweiligen Injektoren des Motors verbunden ist und über eine Kraftstoffpumpe mit Kraftstoff aus dem Kraftstofftank versorgt wird. Ein beispielsweise als Hochdruckspeicher dienendes Rohr wird bekanntermaßen parallel und längs eines Zylinderkopfes einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine angeordnet. Die Rohrwände umschließen das Speichervolumen des Kraftstoff-Hochdruckspeichers, über welchen zentral ein gemeinsamer Hochdruck für die jeweiligen Injektoren erzeugt wird, welche den Kraftstoff in die jeweiligen Brennräume der Verbrennungskraftmaschine einspritzen. Der Einspritzdruck variiert hierbei vorteilhafterweise, abhängig von der Last und der Drehzahl der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine.

35

Ein bekanntes Kraftstoff-Einspritzsystem ist in der deutschen Offenlegungsschrift DE 199 10 970 A1 offenbart. Der Kraftstoff wird hier über eine Förderpumpe aus einem Tank in einen zentralen Druckspeicherraum gefördert und von diesem über eine Mehrzahl von Hochdruckleitungen jeweiligen Injektoren zur Einspritzung in die Brennräume der Verbrennungskraftmaschine geleitet. Der Druckspeicherraum des Kraftstoffspeichers wird durch die Wände des Rohres begrenzt. Zur weiteren Erhöhung des Einspritzdrucks kann zwischen dem Kraftstoffspeicher und den Injektoren eine weitere Druckübersetzungseinheit vorgesehen sein. Nachteilig bei diesem Kraftstoff-Einspritzsystem ist, dass der Kraftstoffspeicher, der an der Außenseite und in der Nähe der jeweiligen Zylinder des Zylinderkopfes angeordnet ist, einen zusätzlichen Raumbedarf im Motorraum erfordert. Des Weiteren ist bei derartigen Kraftstoffspeichern die maximale Höhe des Druckniveaus begrenzt, abhängig von den Wanddicken des den Speicherraum bildenden Rohres und den jeweiligen Verbindungsleitungen.

Angesichts weiter steigender Anforderungen an die Emissions- und Geräuscentwicklung von Verbrennungskraftmaschinen sind weitere Maßnahmen am Einspritzsystem erforderlich, um die in naher Zukunft zu erwartenden verschärften Grenzwerte zu erfüllen.

#### Darstellung der Erfindung

Durch die erfindungsgemäße Lösung eines Kraftstoff-Einspritzsystems mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 wird vorteilhafterweise der erforderliche Bauraum für das Einspritzsystem reduziert. Das Kraftstoff-Einspritzsystem gemäß der vorgeschlagenen Lösung lässt sich sowohl an selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen als auch an direkt einspritzenden Benzinmotoren einsetzen. Beim Einsatz des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kraftstoff-Einspritzsystems an selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen wird der Kraftstoffspeicher als Kraftstoffhochdruckspeicher ausgelegt, um dem geforderten Drücken standzuhalten. Beim Einsatz des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kraftstoffeinspritzsystem an direkteinspritzenden Benzinmotoren kann der Kraftstoffspeicher mit einer Wandstärke ausgelegt werden, die dem dort geforderten, niedrigeren Kraftstoffdruckniveau Rechnung trägt.

Dadurch, dass der Kraftstoffspeicher mindestens teilweise in dem Zylinderkopf der Verbrennungskraftmaschine integriert ist, kann der außenliegende Druckspeicher in Form eines Rohres von bisher bekannten, bei selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen eingesetzten Systemen entfallen. Des Weiteren ist durch die integrierte Ausbildung des

Speicherraums des Kraftstoffspeichers im Inneren des Zylinderkopfes keine aufwändige Befestigung des Speichers und der Verbindungsrohre erforderlich. Weiterhin vorteilhaft ist, dass der Kraftstoffspeicher direkt in der Nähe der jeweiligen Injektoren angeordnet werden kann, wodurch die hochdruckseitigen Verbindungswege vom Kraftstoffspeicher bis in den jeweiligen Brennraum über die Injektoren reduziert sind. Der im Zylinderkopf von Verbrennungskraftmaschinen vorhandene Raum wird auf diese Weise optimal im Hinblick auf die Realisierung eines Kraftstoff-Einspritzsystems ausgenutzt. Die Zu- und Ableitungen von dem Kraftstoffspeicher sind ebenfalls vorteilhafterweise in dem Zylinderkopf des Motors ausgebildet. Alternativ kann der Speicherraum des Kraftstoffspeichers direkt an die jeweiligen Injektoren angeordnet sein, so dass die hochdruckseitigen Verbindungsleitungen vollständig entfallen.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, dass die in dem Kraftstoffspeicher herrschenden hohen Drücke von dem gesamten Material des Zylinderkopfes, welches den darin integrierten Speicherraum umgibt, mit aufgefangen werden. Die entstehenden Spannungen in dem Speicherraum müssen so nicht nur von der direkten Wandung eines rohrförmigen Kraftstoffspeichers aufgefangen werden.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Kraftstoffspeicher durch eine Ausnehmung in dem Zylinderkopf gebildet. Die Form und Größe der Ausnehmung kann entsprechend dem jeweiligen, erforderlichen Speichervolumen variieren. Somit kann durch einfaches Vorsehen einer Ausnehmung in dem Material des Zylinderkopfes der Kraftstoffspeicher direkt und in der Nähe der jeweiligen Injektoren des Einspritzsystems angeordnet werden. Zusätzliche Befestigungen für den Kraftstoffspeicher entfallen vollständig. Vorzugsweise ist die Ausnehmung des Kraftstoffspeichers eine zylindrische, längliche Ausnehmung in der Nähe und entlang der in der Regel in einer Reihe angeordneten Injektoren. Die Verbindungswege der Hochdruckleitungen zu den jeweiligen Injektoren sind hierdurch möglichst kurz und in ihrer Länge jeweils gleich. Nach einer diesbezüglichen, vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Hochdruckleitungen, welche den Kraftstoffspeicher mit den jeweiligen Injektoren verbinden, als Verbindungskanäle integral in dem Material des Zylinderkopfes ausgebildet.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Kraftstoffspeicher als eine zylindrisch, längliche Bohrung in dem Zylinderkopf ausgebildet. Durch Bohren kann die Form und Lage des Kraftstoffspeichers präzise hergestellt werden und möglichst nah an den jeweiligen Aufnahmebohrungen für die Injektoren, über welche der Kraftstoff

den Brennräumen eingespritzt wird, angeordnet werden. Alternativ hierzu ist der Kraftstoffspeicher durch ein Einlegeteil beim Gießen des Zylinderkopfes gebildet. Die Herstellung ist hierdurch äußerst einfach und erfordert keine zusätzlichen Bearbeitungsschritte.

5 Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Kraftstoffspeicher beispielsweise bei Common-Rail-Einspritzsystemen für selbstzündende  
Verbrennungskraftmaschinen durch ein zylindrisches Rohr gebildet, welches in einer  
entsprechenden Bohrung oder Ausnehmung in dem Zylinderkopf des Motors integriert ist.  
10 Die Spannungen und Belastungen durch den hochkomprimierten Kraftstoff werden so  
vorteilhafterweise durch das gesamte, das Speicherrohr umgebende Material des  
Zylinderkopfes aufgenommen. Das zylindrische Rohr kann stirnseitig mit entsprechenden  
Anschlusseinrichtungen und Verbindungsstellen versehen sein, wodurch die Herstellung  
und Montage vereinfacht wird.

15 Der erfindungsgemäße Zylinderkopf mit den Merkmalen des Anspruchs 11, der zum  
Betreiben einer Brennkraftmaschine, im Zusammenhang mit einem Kraftstoff-  
Einspritzsystem vorgesehen ist, weist einen Kraftstoffspeicher und jeweilige  
Hochdruckleitungen auf, die mindestens teilweise integriert in dem Zylinderkopf  
20 ausgebildet sind. Unter integrierter Ausbildung wird vorliegend verstanden, dass der  
Speicherraum des Kraftstoffspeichers und/oder die Hochdruckleitungen durch  
Ausnehmungen oder Bohrungen in dem Material des Zylinderkopfes des Motors selbst  
vorgesehen sind. Hierdurch ist das erforderliche Bauvolumen des Einspritzsystems im  
Motorraum reduziert und zusätzliche Befestigungsvorrichtungen für einen separaten,  
25 außenliegenden Hochdruckspeicher entfallen. Die Ausnehmungen und Kanäle von  
Hochdruck-Verbindungsleitungen sowie des Speichervolumens des Kraftstoff-  
Hochdruckspeichers bei selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen z. B., können dabei  
vorteilhafterweise durch Einlegekerne beim Gießen des Zylinderkopfes realisiert werden  
oder alternativ durch zylindrische Bohrungen oder einer Kombination von beiden.

30

35

Zeichnung

An Hand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

5 Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines Kraftstoff-Einspritzsystems gemäß der Erfindung mit einem Kraftstoffspeicher in Form einer Ausnehmung in dem Zylinderkopf;

10 Fig. 2 eine Schnittansicht einer zweiten Ausführungsform eines Kraftstoff-Einspritzsystems gemäß der Erfindung mit einem in dem Zylinderkopf integrierten Kraftstoffspeicher direkt neben jeweiligen Injektoren.

Ausführungsformen

15

In Fig. 1 ist schematisch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzsystems mit einem als Ausnehmung in einem Zylinderkopf integrierten Kraftstoffspeicher dargestellt. Bei selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen ist der Kraftstoffspeicher als Hochdruckspeicherraum (Common-Rail) ausgeführt; bei  
20 direkteinspritzenden Benzinmotoren ist der Kraftstoffspeicher für ein niedrigeres Druckniveau ausgelegt. Das erfindungsgemäß vorgeschlagene Kraftstoff-Einspritzsystem lässt sich sowohl bei selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen als auch bei direkteinspritzenden Benzinmotoren einsetzen.

5

Kraftstoff wird aus einem Kraftstofftank 11 mittels einer Förderpumpe 2 gefördert und komprimiert in einem zentralen Kraftstoffspeicher 1 bereitgestellt, der bei selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen als Kraftstoffhochdruckspeicher ausgelegt ist, um von hier den Brennräumen 38 des Motors zugeführt zu werden. Der von der Förderpumpe 2 geförderte Kraftstoff gelangt über einen Dichtungskörper 9 in den Kraftstoff-Hochdruckspeicher 1, der erfindungsgemäß als eine Ausnehmung 6 im Inneren und  
30 integriert in einem Zylinderkopf 5 einer Verbrennungskraftmaschine ausgebildet ist. Die den Kraftstoff-Hochdruckspeicher 1 -im Falle von selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen bzw. den Kraftstoffspeicher bei direkteinspritzenden Benzinmotoren- bildende Ausnehmung 6 ist in in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform als  
35 eine längliche, zylindrische Ausnehmung 6 beschaffen, welche in der Nähe und parallel zu in Reihe hintereinanderliegend angeordneten Kraftstoffinjektoren 3 angeordnet ist. Der

- 6 -

Kraftstoffspeicher 1 ist über Hochdruckleitungen 4 mit den jeweiligen Kraftstoffinjektoren 3 zur Weiterleitung des komprimierten Kraftstoffes verbunden. Die Hochdruckleitungen 4 sind in der dargestellten Ausführungsform gemäß Figur 1 ebenfalls als in den Zylinderkopf 5 integrierte Verbindungskanäle 7 ausgeführt. Die Ausnehmung 6 sowie die Verbindungskanäle 7, welche die Hochdruckleitungen 4 bilden, sind in der dargestellten Ausführungsform als Einlegekerne während des Gießvorganges des Zylinderkopfs 5 der Verbrennungskraftmaschine herstellbar. Alternativ können sie ebenso durch nachträgliches Bohren des Zylinderkopfes 5 realisiert werden. Alternativ können sie ebenso durch nachträgliches Bohren des Zylinderkopfes 5 realisiert sein.

Das von der Förderpumpe 2 aus dem Kraftstofftank 11 geförderte Kraftstoffvolumen gelangt in einen Hochdruckleitungsabschnitt 12, in welchem der unter hohem Druck stehende Kraftstoff in Kraftstoff-Förderrichtung 13 gefördert wird. Am Zylinderkopf 5 ist an der Eintrittsstelle des Kraftstoffhochdruckleitungsabschnittes 12 in diesen der Dichtkörper 9 vorgesehen, durch welchen das unter hohem Druck stehende Kraftstoffvolumen in die zylindrische Ausnehmung 6 innerhalb des Zylinderkopfes 5 einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine einströmt. Eine Innenwandung 14 der zylindrischen Ausnehmung 6 wird unmittelbar durch den Werkstoff des Zylinderkopfes 5 dargestellt. Bei Herstellung des Zylinderkopfes 5 der Verbrennungskraftmaschine im Wege des Gießverfahrens kann die zylindrische Ausnehmung 6 beispielsweise durch einen Einlegekern hergestellt werden, dessen Ziehrichtung durch das Bezugszeichen 39 in Figur 1 angedeutet ist. Eine Oberflächenbearbeitung der Innenwandung 14 der zylindrischen Ausnehmung 6 kann unterbleiben, wenn der in Ziehrichtung 39 aus dem Zylinderkopf 5 entfernbare Einlegekern mittels eines Trennmittels vorbehandelt wird.

In einem mit Bezugszeichen 19 bezeichneten Abstand von der einlaßseitigen Stirnseite der zylindrischen Ausnehmung 6 befindet sich ein erster Abzweig 17 zu dem Kraftstoffinjektor 3. Der Abstand 19 zwischen dem ersten Abzweig 17 und der einlaßseitigen Stirnseite der zylindrischen Ausnehmung 6 ist abhängig vom Druckniveau, mit welchem die als Kraftstoff-Hochdruckspeicher 1 (im Falle von selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen) bzw. die als Kraftstoffspeicher 1 (im Falle direkteinspritzender Benzinmotoren) dienende zylindrische Ausnehmung 6 über die Förderpumpe 2 beaufschlagt wird. Dem ersten Abzweig 17 zum Kraftstoffinjektor 3 folgt ein weiterer, zweiter Abzweig 18 zu einem weiteren Kraftstoffinjektor 3. Die Symmetrieachsen der Kraftstoffinjektoren 3, die entsprechend der Zylinderzahl der mit Kraftstoff zu versorgenden Brennräume einer Verbrennungskraftmaschine vorgesehen

sind, ist mit Bezugszeichen 16 gekennzeichnet. Die Kraftstoffinjektoren 3 werden jeweils in Befestigungsöffnungen 10, die im Zylinderkopf 5 ausgebildet sind, eingelassen.

In vorteilhafter Weise können in das Material des Zylinderkopfes 5 Einsatzstücke 15 eingesetzt werden, die die Hochdruckleitungen 4 zwischen dem Innenraum des Kraftstoff-Hochdruckspeichers 1 bzw. des Kraftstoffspeichers und den Kraftstoffinjektoren 3 darstellen, über welche diese mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt werden. Im Vergleich zu bisher bekannten Außen liegenden Kraftstoff-Hochdruckspeichern ist die Länge der Hochdruckleitungen 4 extrem kurz, so dass das im Kraftstoff-Hochdruckspeicher 1 bzw. Kraftstoffspeicher (d. h. die zylindrische Ausnehmung 6) herrschende hohe Druckniveau unmittelbar am Kraftstoffinjektor 3 ansteht. Die Einsatzstücke 15 können ebenfalls durch Einlegekerne hergestellt werden, die beim Gießen des Zylinderkopfes 5 an den entsprechenden Stellen im Formwerkzeug angeordnet werden können. Die die Hochdruckleitungen 4 bildenden, im wesentlichen zylindrisch konfigurierten Einsatzstücke 15, umfassen jeweils Verbindungskanäle 7, die in einem eine ausreichende Kraftstoffversorgung erlaubenden Durchmesser ausgebildet sind.

In vorteilhafter Weise wird durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung erreicht, dass das die zylindrische Ausnehmung 6 innerhalb des Zylinderkopfes 5 begrenzende Material zur Aufnahme der im Kraftstoff-Hochdruckspeicher 1 bzw. im Kraftstoffspeicher herrschenden Druckkräfte herangezogen werden kann. Gleiches gilt für das die Einsatzstücke 15 sowie die Kraftstoffinjektoren 3 umgebende Material des Zylinderkopfes 5 der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine. Die durch den im Inneren der zylindrischen Ausnehmung 6 herrschenden Hochdruck entstehenden Spannungen werden nicht nur über die direkten Wandungen des Hochdruckspeichers, wie bei bisherigen außerhalb des Zylinderkopfes 5 angeordneten Speicherräumen üblich, aufgenommen, sondern durch das gesamte umgebende Material des Zylinderkopfes 5 aufgefangen. Durch die Schwindung des Materials des Zylinderkopfes 5 beim Gießvorgang werden Eigenspannungen induziert, welche zur Spannungsverminderung beitragen.

In Fig. 2 ist eine zweite Ausführungsform der Erfindung in Schnittansicht dargestellt mit einem in den Zylinderkopf integrierten Kraftstoffspeicher, der sich entlang der in diesem angeordneten Injektoren erstreckt.

Die Kraftstoff-Hochdruckzuführung zu den Kraftstoffinjektoren gemäß dieser Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung umfasst einen



Kraftstoffspeicher 1, welcher durch ein zylindrisches Rohr 8 gebildet wird, welches in der Nähe der Kraftstoffinjektoren 3 in einer in der Abmessung entsprechenden Ausnehmung 6 bzw. 40 des Zylinderkopfes 5 der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine eingelassen ist. Der durch das zylindrische Rohr 8 gebildete Kraftstoffspeicher 1 ist über  
5 Dichtkörper 9 direkt mit den jeweiligen Kraftstoffinjektoren 3 verbunden, so dass separate Verbindungskanäle oder Leitungen nicht erforderlich sind.

Der in Fig. 2 beispielhaft dargestellte Injektor 3 ist in einer Befestigungsöffnung 10 in den Zylinderkopf 5 eingesetzt.

10 Wie dem in Fig. 2 in Schnittdarstellung dargestellten weiteren Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung entnommen werden kann, wird der Kraftstoffinjektor 3 in die Befestigungsöffnung 10 des Zylinderkopfes 5 eingeführt. Dabei liegt die Wandung 21 des Injektorkörpers 20 des Kraftstoffinjektors 3 an dem die  
15 Befestigungsöffnung 10 begrenzenden Material des Zylinderkopfes 5 an. Um das Einführen des einen seitlichen Anschlussflansch enthaltenden Injektorkörpers 20 in die Befestigungsöffnung 10 zu erleichtern, ist die Befestigungsöffnung 10 in ihrem oberen Bereich in einem vergrößerten Querschnitt ausgebildet, im Vergleich zum Querschnitt des Injektorkörpers 20 unterhalb des in den Zylinderkopf 5 integrierten Kraftstoffspeichers 1,  
20 der bei selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen als Hochdruckspeicherraum und bei direkteinspritzenden Benzinmotoren als Speicherraum ausgelegt ist, der durch ein niedrigeres Kraftstoffdruckniveau beaufschlagt ist. In einem seitlich am Injektorkörper 20 ausgebildeten Anschlußbereich verläuft unter einem Winkel 23 zur Symmetrieachse 16 des Injektorkörpers 20 eine Hochdruckbohrung 22. Die Hochdruckbohrung 22 läuft im  
5 Injektorkörper 20 in einer an diesem angeformten injektorseitigen Ausformung 24 aus. Die injektorseitige Ausformung 24 umschließt die Oberseite des Dichtkörpers 9, der seinerseits von einer zur Hochdruckbohrung 22 fluchtenden Durchgangsbohrung 25 durchzogen ist. Unterhalb des Dichtkörpers 9 verläuft - senkrecht zur in Fig. 2 wiedergegebenen Zeichenebene - der Kraftstoffspeicher 1 in Gestalt eines in den Zylinderkopf 5 integrierten  
30 zylindrischen Rohres 8. Über dessen axiale Länge verteilt, umfasst das als Kraftstoffspeicher 1 dienende zylindrische Rohr 8 mehrere an seiner Umfangsfläche ausgebildete speicherseitige Ausnehmungen 26. Die speicherseitigen Ausnehmungen 26 sind an der Umfangsfläche des zylindrischen Rohres 8 in einer der Anzahl der mit Kraftstoff zu versorgenden Kraftstoffinjektoren 3 entsprechenden Anzahl ausgebildet. Die  
35 Dichtkörper 9 stellen die Verbindungselemente zwischen dem Kraftstoff-Hochdruckspeicher 1 und dem Injektorkörper 20 des Kraftstoffinjektors 3 dar.

Gemäß der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsvariante ist das als Kraftstoffspeicher 1 fungierende zylindrische Rohr 8, dessen Wandung mit Bezugszeichen 41 bezeichnet ist, in eine sich senkrecht zur Zeichenebene gemäß Fig. 2 erstreckende Öffnung 40 eingelassen. Bei der Öffnung 40 kann es sich um einen in Fig. 1 dargestellte zylindrische Ausnehmung 6 oder um eine in den Zylinderkopf 5 beispielsweise einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine eingebrachte Längsbohrung handeln. In analoger Weise können die zylindrische Ausnehmung 6 in den Zylinderkopf 5 eines direkteinspritzenden Benzinmotors eingelassen sein. Die Wandung 41 des zylindrischen Rohres 8 ist nahezu vollständig vom Material 42 des Zylinderkopfes 5 der Verbrennungskraftmaschine umgeben, welches die entstehenden Materialspannungen bei Beaufschlagung des zylindrischen Rohres 8 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff aufnimmt. Das zylindrische Rohr 8 umschließt einen mit Bezugszeichen 27 gekennzeichneten Hohlraum, der über die in Fig. 1 dargestellte Kraftstoff-Förderpumpe 2 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt wird. Mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung können in vorteilhafter Weise höhere Drücke im Kraftstoffspeicher 1 dargestellt werden, da das diesen umgebende Material des Zylinderkopfes 5 insgesamt zur Aufnahme von Spannungen genutzt werden kann. Mit dem in den Zylinderkopf 5 integrierten Kraftstoffspeicher 1 gemäß der Erfindung wird weniger Bauraum außerhalb des Zylinderkopfes benötigt, da ein bisher außenliegender, rohrförmiger Hochdruckspeicherraum bei selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen und entsprechende Zuführ- und Hochdruckleitungen entfallen können.

Der Injektorkörper 20 des Kraftstoffinjektors 3 wird über einen Spannkörper 29 im Zylinderkopf 5 befestigt. Der Spannkörper 29 umfasst einen Aufnahmeabschnitt 35, der den Kopfbereich des Injektorkörpers 20 des Kraftstoffinjektors 3 übergreift. Am Injektorkörper 20 ist unterhalb von dessen Kopfbereich eine ringförmig konfigurierte Anlagefläche 28 ausgebildet, an welcher der Spannkörper 29 anliegt und den Injektorkörper 20 in eine an dessen düsenseitigen Ende vorgesehene ausgebildete Anlagefläche 36 drückt. Auch der Injektorkörper 20 des Kraftstoffinjektors 3 ist nahezu vollständig vom Werkstoff des Zylinderkopfes 5, entweder einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine oder eines direkteinspritzenden Benzinmotors umgeben. Der Spannkörper 29 umfasst eine Bohrung 30 für eine Spannschraube 31. Mittels der Spannschraube 31 wird der Spannkörper 29 am Zylinderkopf 5 befestigt. Der Spannkörper 29 umfasst darüber hinaus ein Auflager 33, welches eine Rundung 34 umfasst. Die Rundung 34 des Auflagers 33 am Spannkörper 29 stützt sich auf einer Planfläche 32 des Zylinderkopfes 5 ab. Durch die vorgeschlagene Befestigungsmöglichkeit kann der

Injektorkörper 20 des Kraftstoffinjektors 3 nach Lösen der Spannschraube 31 und Entfernen des Spannkörpers 29 mittels eines Werkzeuges, welches die ringförmig verlaufende Anlagefläche 28 des Injektorkörpers 20 untergreift, sehr einfach vom Zylinderkopf 5 der Verbrennungskraftmaschine demontiert werden.

5 Am düsenseitigen Ende des Injektorkörpers 20 befinden sich ein oder mehrere Einspritzöffnungen 37, welche durch ein in der Schnittdarstellung in Fig. 2 nicht dargestelltes Einspritzventilglied des Kraftstoffinjektors 3 geöffnet bzw. verschlossen werden. Die Einspritzöffnungen 37 am düsenseitigen Ende des Injektorkörpers 20 des Kraftstoffinjektors 3 beaufschlagen einen in Fig. 2 skizzenhaft angedeuteten Brennraum 38  
10 einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff.

Sowohl bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsvariante als auch bei der in Fig. 2  
15 dargestellten Ausführungsvariante des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kraftstoffspeichers 1, wird der im Zylinderkopf 5 einer Verbrennungskraftmaschine bisher ungenutzte Bauraum in vorteilhafter Weise ausgenutzt. Die durch den in einem Kraftstoffspeicher 1 im Falle des Einsatzes bei einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen herrschenden hohen Drücke verursachten Spannungen,  
20 werden nach der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung nicht mehr lediglich durch die Wandung des in diesem Falle als Kraftstoff-Hochdruckspeichers 1 ausgelegten Kraftstoffspeichers aufgenommen. Gemäß der in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsvariante der vorgeschlagenen Lösung kann ein Kraftstoff-Hochdruckspeicher 1 als Ausnehmung 6 gebildet werden. Gemäß der zweiten Ausführungsvariante ist die Wandung 41 des zylindrischen Rohres 8 nahezu vollständig vom Werkstoff 42 des Zylinderkopfes 5 umschlossen, so dass der Werkstoff 42, der die Wandung 41 des zylindrischen Rohres 8 umschließt zur Aufnahme von Spannungen herangezogen werden kann. Darüber hinaus können mittels der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung gemäß  
30 beider Ausführungsvarianten Befestigungseinrichtungen für einen außenliegenden Kraftstoffspeicher am Zylinderkopf 5 der Verbrennungskraftmaschine sowie der dafür benötigte Bauraum außerhalb des Zylinderkopfes 5 eingespart werden. Ferner ist durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung eine besonders einfache Montage- bzw. Demontage der Kraftstoffinjektoren 3 bzw. der Injektorkörper 20 der Kraftstoffinjektoren 3 gegeben. Aufgrund des die Injektorkörper 20 der Kraftstoffinjektoren 3 umgebenden  
35 Materials des Zylinderkopfes 5 kann eine gleichmäßige Wärmeabfuhr in das Material des Zylinderkopfes 5 einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine erfolgen.

Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Integration eines Kraftstoffspeichers in einen Zylinderkopf 5 einer Verbrennungskraftmaschine, sei es eine selbstzündende Verbrennungskraftmaschine, sei eines ein direkteinspritzender Benzinmotor, nutzt bei beiden Typen von Verbrennungskraftmaschinen unter Vornahme geringer Änderungen hinsichtlich des herrschenden Betriebsdruckniveaus, d. h. des Kraftstoffdruckes, ungenutzten Bauraum am Zylinderkopf 5.

Bezugszeichenliste

	1	Kraftstoffspeicher
	2	Kraftstoff-Förderpumpe
5	3	Kraftstoffinjektor
	4	Hochdruckleitungen
	5	Zylinderkopf
	6	zylindrische Ausnehmung
	7	Verbindungskanäle
10	8	zylindrisches Rohr
	9	Dichtkörper
	10	Befestigungsöffnungen
	11	Kraftstofftank
	12	Hochdruckleitungsabschnitt
15	13	Kraftstoff-Förderrichtung
	14	Innenwandung zylindrische Ausnehmung
	15	Einsatzstück
	16	Symmetrieachse Kraftstoffinjektor 3
	17	erster Abzweig
20	18	zweiter Abzweig
	19	Abstand zur Stirnseite zylindrischer Ausnehmungen 6
	20	Injektorkörper
	21	Wandung Injektorkörper
	22	Hochdruckbohrung
5	23	Winkel
	24	Injektorseitige Ausformung
	25	Durchgangsbohrung Dichtkörper 9
	26	Speicherseitige Ausnehmung für Dichtkörper 9
	27	Hohlraum
30	28	Anlagefläche Injektorkörper
	29	Spannkörper
	30	Bohrung Spannkörper
	31	Spannschraube
	32	Planfläche Zylinderkopf
35	33	Auflager Spannkörper
	34	Rundung

- 13 -

- 35 Aufnahme für Injektorkopf
- 36 Anlagefläche düsenseitiges Injektorkörperende
- 37 Einspritzöffnung
- 38 Brennraum
- 5 39 Zielrichtung Einlegekern
- 40 Zylinderkopfseitige Öffnung für zylindrisches Rohr
- 41 Rohrwandung
- 42 Umgebendes Zylinderkopfmateriail

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzsystem zur Kraftstoffversorgung von direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschinen, mit einem zentralen Kraftstoffspeicher (1) zwischen einer Förderpumpe (2) und einer Mehrzahl von mit Kraftstoff zu versorgenden Injektoren (3), welche mit dem zentralen Kraftstoffspeicher (1) verbunden sind, wobei die Injektoren (3) in einem Zylinderkopf (5) der Verbrennungskraftmaschine zum direkten Einspritzen von Kraftstoff in eine Mehrzahl von Brennkammern montiert sind, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffspeicher (1) mindestens teilweise in dem Zylinderkopf (5) integriert ist.
2. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffspeicher (1) teilweise oder vollständig durch eine Ausnehmung (6) in dem Zylinderkopf (5) gebildet ist.
3. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffspeicher (1) ein Speichervolumen aufweist, welches durch eine zylindrische, längliche Ausnehmung (6) in der Nähe und entlang der Injektoren (3) in dem Zylinderkopf (5) gebildet ist.
4. Kraftstoff-Einspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckleitungen (4) in dem Zylinderkopf (5) als Verbindungskanäle (7) integriert sind.
5. Kraftstoff-Einspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffspeicher (1) als eine zylindrische Bohrung (6) in dem Zylinderkopf ausgebildet ist.
6. Kraftstoff-Einspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffspeicher (1) durch ein Einlegeteil beim Gießen des Zylinderkopfes (5) gebildet ist.
7. Kraftstoff-Einspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffspeicher (1) durch ein zylindrisches Rohr (8) gebildet ist, welches in einer Bohrung (40) oder Ausnehmung (6) in dem Zylinderkopf (5) integriert ist.

- 15 -

8. Kraftstoff-Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Wände des Kraftstoffspeichers (1) durch das Material des Zylinderkopfes (5) selbst gebildet sind.
- 5 9. Kraftstoff-Einspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Kraftstoffspeicher (1) und den Injektoren (3) jeweils ein Dichtkörper (9) vorgesehen ist.
- 10 10. Kraftstoff-Einspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffspeicher (1) zur Kraftstoffversorgung selbstzündender Verbrennungskraftmaschinen als Hochdruckspeicherraum ausgelegt ist.
- 15 11. Zylinderkopf (5) für eine direkteinspritzende Verbrennungskraftmaschine, zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine im Zusammenhang mit einem Kraftstoff-Einspritzsystem, welches einen zentralen Kraftstoffspeicher (1) aufweist, der über jeweilige Hochdruckverbindungen (4) mit einer Mehrzahl von Injektoren (3) verbunden ist, wobei die Injektoren (3) in Befestigungsöffnungen (10) in dem Zylinderkopf (5) montiert sind, dadurch gekennzeichnet, dass die
- 20 Hochdruckverbindungen (4) und der Kraftstoffspeicher (1) in dem Zylinderkopf (5) mindestens teilweise integriert ausgebildet sind.

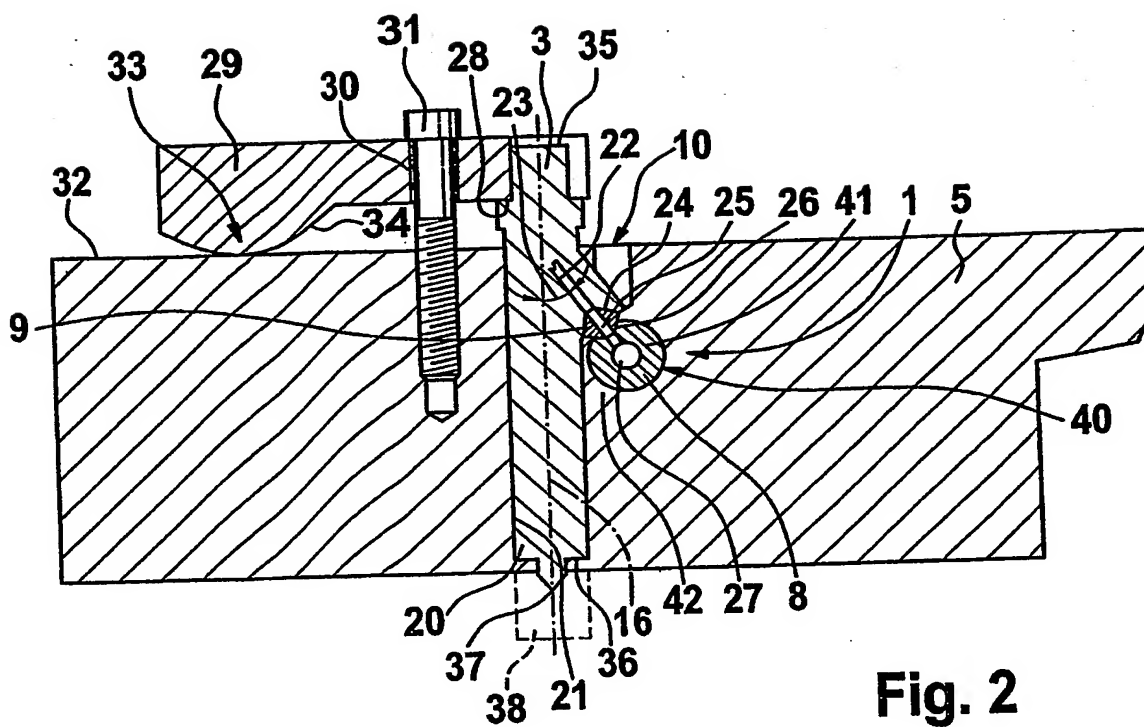


Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Kraftstoff-Einspritzsystem für eine Verbrennungskraftmaschine, sowie einen Zylinderkopf für ein derartiges Kraftstoff-Einspritzsystem, wobei ein zentraler Kraftstoffspeicher (1) ein zwischen einer Förderpumpe (2) und einer Mehrzahl von mit Kraftstoff zu versorgenden Injektoren (3) vorgesehen ist, welche über Hochdruckleitungen (4) jeweils mit dem zentralen Kraftstoffspeicher (1) verbunden sind, wobei die Injektoren (3) in einem Zylinderkopf (5) der Verbrennungskraftmaschine zum Einspritzen von Kraftstoff in eine Mehrzahl von Brennkammern montiert sind, wobei der Kraftstoffspeicher und/oder die Hochdruckleitungen (4) mindestens teilweise in dem Zylinderkopf (5) der Verbrennungskraftmaschine integriert sind.

15

(Fig. 2)



**Fig. 2**

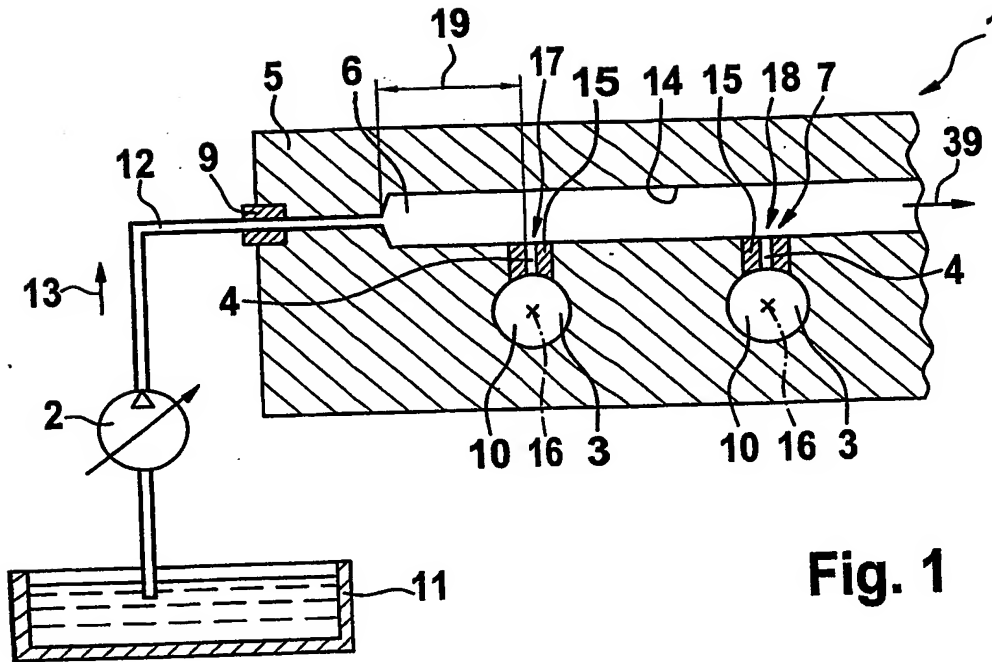


Fig. 1

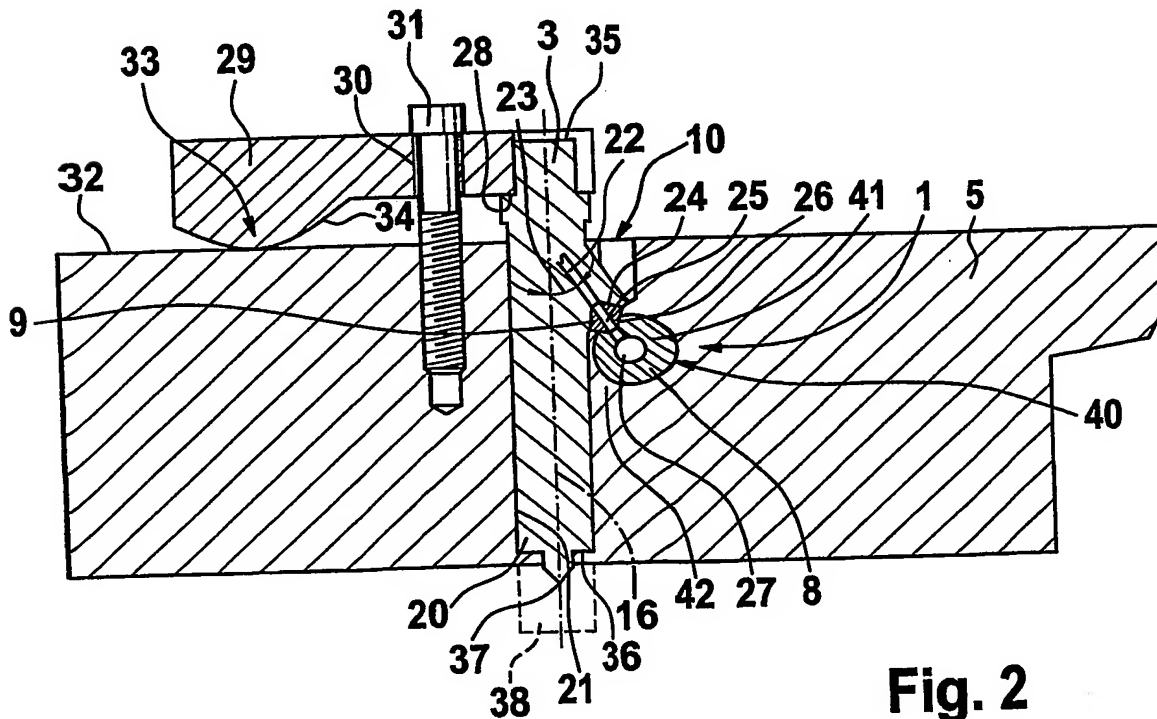


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**